



WYSTĘPOWANIE PATOGENÓW I CHOROÓB ROŚLIN W WARUNKACH NAWADNIANIA

Grzegorz Lemańczyk, Karol Lisiecki

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy

OCCURRENCE OF PATHOGENS AND PLANTS DISEASES IN IRRIGATION CONDITIONS

Streszczenie

Celem niniejszej pracy jest przybliżenie problemu nawadniania upraw w kontekście zagrożeń fitosanitarnych. Przedstawia wybrane artykuły naukowe dotyczące występowania patogenów i chorób roślin w warunkach nawadniania upraw. Nawadnianie roślin może wpływać bezpośrednio lub pośrednio na ich zdrowotność. Wpływa na warunki sprzyjające infekcji, ale również stwarza warunki dla lepszego zarodnikowania patogenów i późniejszego ich rozprzestrzeniania. Nawadnianie sprzyja rozwojowi roślin, których masa wegetatywna jest bardziej rozwinięta, bujniejsza, jednocześnie posiadają one delikatniejsze tkanki okrywające bardziej podatne na porażenie. Intensywniejszy wzrost roślin powoduje, że łany są zwarte, co sprzyja rozwojowi chorób. Generalnie nawadnianie może wpływać negatywnie, neutralnie lub pozytywnie na zdrowotność roślin. W pracy zwrócono również uwagę, na jakość wody, która może być źródłem infekcji wielu patogenów, należących do różnych jednostek taksonomicznych. Do patogenów roślin najczęściej występujących w wodzie przeznaczonej do nawadniania należą *Phytophthora* spp. i *Pythium* spp. Nawadnianie może przyczynić się również do rozprzestrzeniania grzybów i wirusów. By ograniczyć negatywne skutki nawadniania ważny jest wybór odpowiedniego źródła wody oraz technologii nawadniania. Praca ta zwraca uwagę na potrzebę prowadzenia kolejnych badań,

dotyczących bezpośredniego wpływu nawadniania na zdrowotność roślin jak i na regularne monitorowanie wody przeznaczonej do nawadniania.

Słowa kluczowe: Nawadnianie, woda, zdrowotność, choroby roślin, patogeny

Summary

The aim of this paper is to acquaint the problem of phytosanitary threats in the context of crop irrigation. This paper shows a series of reports that refer to the problem of pathogens spread through irrigation and irrigation systems. Irrigation may influence directly or indirectly the plants health condition. It may affect the conditions in which the infection may occur, but also create conditions that promote fungal sporulation and overall spread of the pathogen. Irrigation favors the plants growth, which vegetative mass is more developed, lush, but at the same time the tissue covering the plant is more sensitive towards any infection. A more intense plant growth affects the density which favors the occurrence of many diseases. In general irrigation may cause a negative or positive affect or may not influence the crops at all. In this paper, we also take point out the problem of irrigation water quality which may be the main source of infection of pathogens that could belong to various taxonomic units. To the most predominating phytopathogens in irrigation water we may include the Phytophthora and Pythium genus. Irrigation water may also contribute to the occurrence of many viruses and fungi. In order to limit the negative effect of irrigation it is important to choose the appropriate water source and irrigation technique. This paper points out the need of conducting any research that concern to the problem the effect of crop irrigation on plant health and the need of monitoring the quality of water that is used in irrigation.

Key words: Irrigation, water, health status, plant diseases, pathogens

WSTĘP

Woda jest podstawą wielu procesów przemysłowych oraz niezbędnym czynnikiem w rolnictwie, w tym zwłaszcza w ogrodnictwie. Niedostatki opadów atmosferycznych, czy też obniżenie lustra wód gruntowych prowadzi do konieczności uzupełniającego nawadniania roślin. Woda jest nie tylko niezbędnym elementem życia roślin uprawnych, ale także siedliskiem występowania i rozwoju wielu mikroorganizmów, zarówno tych pożytecznych, jak i patogennych. Tym samym woda wykorzystywana do nawadniania upraw może być potencjalnym źródłem biernego przenoszenia patogenów roślin. W zależności od źródła z jakiego pobieramy wodę do nawadniania upraw (sieć wodociągowa,

woda opadowa, woda z cieków powierzchniowych itp.) zmienia się bioróżnorodność mikroorganizmów i zakres potencjalnych chorób jakie mogą powodować. Ponadto sposób aplikowania wody może mieć bezpośredni lub pośredni wpływ na zdrowotność roślin. Może odbywać się to poprzez zmianę warunków fizyko-chemicznych siedliska, co przekłada się na kondycję roślin, ich zdolności reagowania na stres (biotyczny i abiotyczny), bioróżnorodności mikroorganizmów glebowych, powietrza, ryzosfery i ryzoplany, zdolności roślin do pobierania związków mineralnych, zawartości związków mineralnych w glebie oraz ich biodostępności. Woda, zwłaszcza jej nadmiar, przyczynia się do rozprzestrzeniania wielu bakterii, grzybów i organizmów grzybopodobnych (głównie *Oomyceetes*), a tym samym zwiększa prawdopodobieństwo porażenia upraw przez patogeny (Trzewik i in. 2011, Zappia i in. 2014).

Najważniejszymi czynnikami wpływającymi na nasilenie występowania chorób infekcyjnych na roślinach są czynniki klimatyczne. Warunki pogodowe mogą mieć pozytywny lub negatywny wpływ na zdrowotność roślin. Ogólnie rzecz biorąc, najważniejszym parametrem pogody są opady i wilgotność. Generalnie częste przelotne opady deszczu i wysoka wilgotność stwarzają warunki, które sprzyjają rozwojowi choroby (Turkington i in. 2004), natomiast opinie na temat wpływu nawadniania na występowanie chorób roślin są zróżnicowane. Zazwyczaj podaje się, że nawadnianie sprzyja występowaniu chorób (Dzieżyc 1988, Sadowski i in. 1994b, Sharma i in. 2004).

Niniejsza praca ma na celu przybliżyć problem nawadniania upraw w kontekście zagrożeń fitosanitarnych. Przedstawia wybrany zbiór artykułów naukowych o występowaniu patogenów i chorób roślin w warunkach nawadniania upraw.

WODA JAKO ŹRÓDŁO PATOGENÓW I INNYCH ZAGROŻEŃ BIOTYCZNYCH

Ograniczenia związane z użytkowaniem wód gruntowych zmusiły producentów roślin uprawnych, warzywniczych i sadowniczych do poszukiwania innych alternatywnych źródeł wody pod swoje uprawy. Do takich źródeł zaliczamy rzeki, strumienie, śródpolne stawy, oczka wodne, zbiorniki retencyjne, wodę opadową, wodę wodociągową, recykulowaną wodę z obiegów zamkniętych (szklarnie, uprawy hydroponiczne), ścieki i wodę pościekową, wodę zasoloną (np. w pasie nadmorskim lub miejscu występowania solanek), gnojówkę i gnojowicę (Karczmarczyk i Nowak 2006). Narastająca urbanizacja terenów rolniczych, postępująca mechanizacja i chemizacja rolnictwa mogą prowadzić do spadku jakości wody na danym terenie oraz szybko postępującej eutrofizacji cieków wodnych i słodkich wód śródlądowych. Co za tym idzie woda taka nie zawsze posiada zadowalającą jakość gdyż może być zanieczyszczona pestycy-

dami, detergentami, metalami ciężkimi, związkami fenolowymi oraz wieloma innymi organicznymi i nieorganicznymi kontaminantami, a także patogenami (Krupiński i in. 2002, Karczmarczyk i Nowak 2006, Orlikowski i in. 2011).

Woda jest miejscem bytowania i rozwoju wielu mikroorganizmów, między innymi bakterii, grzybów, pierwotniaków, glonów i wirusów. Z tego względu należy się liczyć z tym, że wykorzystywanie wody innej niż głębinowej może znacząco zwiększać ryzyko wnoszenia tych organizmów na nawadniane uprawy. Wraz z wyborem źródła wody do nawodnień istotny jest sposób w jaki zostanie ona dostarczona uprawom. Głównie ten czynnik może decydować o wystąpieniu chorób roślin. Inaczej kształtować się będzie występowanie i liczebność mikroorganizmów przy nawadnianiu kropłowym czy mikrozaszaniu, a inaczej przy zastosowaniu deszczowania (Rotem i Palti 1969, Zappia i in. 2014).

Wykazano, że nawadnianie upraw sprzyja występowaniu i rozwojowi bakterii, w tym tych o charakterze patogenicznym względem roślin. Wynika to m. in. z faktu, że woda jest doskonałym nośnikiem ułatwiającym rozprzestrzenianie się mikroorganizmów, umożliwia ich rozwój i namnażanie oraz chroni przed wpływem negatywnych czynników środowiska. Hong i Moorman (2005) podają, że w wodzie używanej do nawadniania może znajdować się 8 gatunków bakterii. Woda używana do nawodnień obfituje m. in. w bakterie z rodzaju *Erwinia* (np. *E. chrysanthemi*, *E. carotovora* var. *carotovora*, *E. carotovora* var. *atropetica*), *Pseudomonas phaseolicola* i inne równie groźne dla roślin (Błaszowski i in. 1999). Peltzer i Sivasithamparam (1988) w swoich badaniach nad serogrupami *E. carotovora* var. *carotovora* dowodzą, iż większość infekcji może pochodzić z wody używanej do nawadniania. Z wody używanej do podlewania upraw uzyskali 101 izolatów tej bakterii. Dla porównania ilość izolatów otrzymanych z gleby była znacznie mniejsza – 73. Do podobnych wniosków doszli Cappaert i in. (1988), którzy za cel swoich badań postawili sobie określenie w jakim stopniu woda może być źródłem infekcji *E. carotovora* var. *carotovora* i *E. carotovora* var. *atropetica*. Stwierdzili, iż skład jakościowy i ilościowy badanych mikroorganizmów zmieniał się w zależności od miejsca pobierania prób. Dominującą była bakteria *E. carotovora* var. *carotovora*, która znacznie częściej występowała w wodzie powierzchniowej niż w wodzie pobranej ze studni. Sporadycznie obserwowali *E. carotovora* var. *atropetica* oraz *Erwinia chrysanthemi*. Udział tych bakterii zmieniał się również w zależności od miejscowości, z której pobierano próby wody i roku badań. Preston (2000) podaje, że infekcji pomidora przez *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* i *P. syringae* pv. *maculicola* sprzyja zastosowanie nawadniania. Autor sugeruje zastąpienie deszczowania, jako głównego sposobu nawadniania upraw pomidora, nawadnianiem kropłowym, co znacznie ograniczało występowanie objawów chorobowych. Przy kropłowym nawadnianiu roślin woda nie rozbryzguje się, nie dochodzi więc do nadmiernego zwilżania liści roślin, oraz rozprzestrzeniania bakterii, co w efekcie ogranicza nasilenie infekcji bakterii.

Do patogenów roślin blisko związanych lub bezpośrednio wywodzących się ze środowisk wodnych należą organizmy grzybopodobne należące do typu *Oomycota*, które stanowią większe zagrożenie dla roślin w warunkach zwiększonej wilgotności gleby. Takie warunki sprzyjają zwłaszcza rozwojowi *Phytophthora* i *Pythium*. Mikroorganizmy te niewątpliwie stanowią jedno z najważniejszych czynników chorobotwórczych – bezpośrednio zależnych od dostępności wody (Ptaszek i Orlikowski 2015). Fakt ten wynika m. in. ze specyficznego cyklu rozwojowego tych patogenów, w tym zdolności do wytwarzania zarodników pływających (zoospor), przez co posiadają zdolność do aktywnego przemieszczania się w środowisku wodnym, docierania do rośliny żywicielskiej a następnie infekowania jej. Ponadto za powód nasilenia objawów chorobowych powodowanych przez różne gatunki *Phytophthora* na roślinach uprawianych w warunkach nawadniania podaje się m. in. wzrost intensywności nawadnianych upraw, niewłaściwy sposób nawadniania roślin, niewłaściwy wybór źródła wody używanej do nawadniania oraz niski stan czystości infrastruktury nawadniającej (Hausbeck i Lamour 2004, Orlikowski i in. 2011, Hüberli i in. 2013, Nechwatal i in. 2013, Oh i in. 2013).

Hong i Moorman (2005) podają, iż w wodzie przeznaczonej do nawadniania roślin może znajdować się 17 gatunków *Phytophthora*, natomiast Zappia i in. (2014) wymieniają 47 gatunków. Do najważniejszych patogenów z tego rodzaju, w dużym stopniu zależnych od dostępności wody, należą *Phytophthora infestans*, *Phytophthora parasitica*, *Phytophthora capsici* (Gevens i in. 2007). Ptaszek i Orlikowski (2015) podają, że najczęściej występujące gatunki w wodach Polski to *Phytophthora plurivora*, *Phytophthora cambivora*, *Phytophthora cinnamomi*, *Phytophthora citrophthora*, *Phytophthora megasperma* i *Phytophthora lacustris*. Cykle rozwojowe tych patogenów w znacznym stopniu uzależnione są od środowiska wodnego, co w warunkach nadmiernego nawadniania sprzyja ich rozprzestrzenianiu, np. przy wykorzystywaniu nawodnienia bruzdowego, w którym woda rozprowadzana jest liniowo, czy też za pośrednictwem popularnego nawadniania deszczownianego. W przypadku deszczowania obszar wystawiony na działanie jest stosunkowo duży a powierzchnia liści i owoców zostaje zwilżona, co sprzyja infekcji (Neher i Duniway 1992, Błaszczowski i in. 1999, Karczmarczyk i Nowak 2006, Peterson i in. 2014).

Mikroorganizmy należące do rodzaju *Pythium*, których rozwój zależy od środowiska wodnego, również mogą rozprzestrzeniać się za pośrednictwem infrastruktury nawadniającej (Bush i in. 2003). Pickett-Pottorff i Panter (1997) badając źródła wody (studnie, wodociągi, stojące wody powierzchniowe), służące do nawadniania upraw roślin w szklarniach, pod kątem występowania patogenów z rodzaju *Phytophthora* spp. i *Pythium* spp., stwierdzili tylko obecność mikroorganizmów z rodzaju *Pythium* i to jedynie w próbach pochodzących z wód powierzchniowych (stawów i oczek wodnych). Otrzymane izolaty należały do gatunków *Pythium dissotocum* i *Pythium rostratum*. Sánchez i Gallego (2000)

podjęli się poszukiwania i identyfikacji gatunków *Pythium* w różnych ciekach i zbiornikach regionu Almerii w Hiszpanii. Autorzy wyizolowali w sumie 55 izolatów *Pythium* spp., spośród których dominowały gatunki *Pythium catenulatum*, *Pythium diclinum* i *Pythium paroecandrum*. Wszystkie wymienione gatunki występowały w wodzie używanej w systemach nawadniających uprawy. Al-Sa'di i in. (2008) poszukiwali potencjalnych źródeł propagul *Pythium* spp. w szklarniach i ewentualnych sposobów rozprzestrzeniania się patogenów z tego rodzaju. Dowiedli, że jednym z istotnych źródeł infekcji *Pythium* spp. były rury irygacyjne leżące na powierzchni podłoża, które wraz z przylegającą do nich ziemią przyczyniają się do rozprzestrzeniania tych patogenów. Co ważne nie stwierdzili obecności *Pythium* spp. w wodzie używanej do nawadniania roślin, gdyż pochodziła ona ze studni głębinowych. Niewątpliwie woda służąca do nawadniania roślin jest poważnym źródłem infekcji ponieważ Hong i Moorman (2005) wymieniają 26 a Zappia i in. (2014) 31 gatunków *Pythium* występujących w takiej wodzie.

Wraz z wodą przeznaczoną do nawadniania mogą być również rozprzestrzeniane grzybopodobne patogeny roślin należące do typu *Cercozoa* (Zappia i in. 2014). Przykładem jest bardzo groźny patogen licznych gatunków roślin z rodziny kapustowatych – *Plasmodiophora brassicae* (Datnoff i in. 1984). Woda jest na tyle poważnym jego źródłem infekcji, iż poszukuje się skutecznych metod pozbywania się zarodników tego patogena z wody służącej do nawadniania (Datnoff i in. 1987).

Hong i Moorman (2005) podają, iż w wodzie przeznaczonej do nawadniania roślin może znajdować się wiele patogenicznych dla roślin grzybów, należących do 27 rodzajów. Do najważniejszych z nich zalicza się takie jak: *Alternaria* spp., *Ascochyta* spp., *Aspergillus* spp., *Botrytis cinerea*, *Cladosporium* spp., *Diplodia* spp., *Fusarium* spp. (*F. culmorum*, *F. oxysporum*, *F. solani*), *Macrophomina phaseolina*, *Phoma* spp., *Rhizoctonia solani*, *Rhizoctonia zeae*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Verticillium albo-atrum* (Grech i Rijkenberg 1992, Zappia i in. 2014). Prawdopodobnie środowisko to jest reprezentowane przez znacznie liczniejszą grupę patogenów, jednak będzie to można udowodnić wprowadzając nowoczesne metody diagnostyczne (Zappia i in. 2014). Grzyby izoluje się głównie z otwartych systemów nawodnieniowych. Stwierdzano je w takich źródłach wody jak: zbiorniki retencyjne, kanały, stawy, naturalne drogi wodne (rzeki, potoki, strumienie) (Shokes i McCarter 1979, Zappia i in. 2014). Są trzy główne sposoby rozprzestrzeniania patogenów grzybowych za pośrednictwem systemów nawodnieniowych: podczas nawadniania powierzchniowego (zalewowego), poprzez deszczowanie i nawadnianie kropłowe. Systemami nawodnieniowymi grzyby mogą być rozprzestrzeniane poprzez zarodniki, sklerocja i fragmenty strzępek grzybni (Zappia i in. 2014). Przykładowo gatunki z rodzaju *Alternaria* mogą wykorzystywać środowisko wodne jako alternatywną drogę rozprzestrzeniania zarodników (Błaszowski i in. 1999) a *Sclerotinia sclerotio-*

rum poprzez sklerocja (Steadman i in. 1975). Jest to możliwe między innymi dzięki temu, że w wodzie przeznaczonej do nawadniania sklerocja *S. sclerotiorum* mogą znajdować się nawet do 133 dni nie tracąc przy tym zdolności do porażania roślin żywicielskich (Zappia i in. (2014).

Trzeba nadmienić, że woda może być również źródłem wirusów, które wraz z nią mogą być przenoszone i pobierane przez korzenie roślin. Hong i Moorman (2005) podają 10 wirusów, które mogą znajdować się w wodzie przeznaczonej do nawadniania roślin. Informują również, iż w takiej wodzie może znajdować się 13 gatunków nicieni patogenicznych dla roślin.

WPLYW NAWADNIANIA NA WYSTĘPOWANIE INFEKCYJNYCH CHORÓB ROŚLIN

Woda jest nie tylko źródłem infekcji, ale również sprzyja rozprzestrzenianiu się patogenów, jak i porażaniu roślin. Dla większości patogenów bakteryjnych, grzybowych i grzybopodobnych czynnikiem niezbędnym w procesie infekcyjnym jest obecność wody. Stąd też jest ona tak ważnym elementem w całym procesie chorobowym. Źródłem wody może być gleba, opady deszczu, rosa, mgła a także woda dostarczana podczas nawadniania. Z tego względu nawadnianie roślin może mieć również duży wpływ na występowanie chorób. Nawadnianie może również wpływać pośrednio na występowanie chorób, m. in. poprzez spowodowanie zmian we wzroście roślin i ich rozwoju (Marano i in. 2012). Nadmierny wzrost wegetatywny roślin z powodu intensywnych opadów deszczu lub nawadniania, powoduje zmniejszenie odstępów pomiędzy roślinami, co sprzyja rozprzestrzenianiu niektórych patogenów (Elad i in. 2007). Powstałe zagęszczenie roślin wpływa znacznie na mikrośrodowisko panujące wewnątrz upraw, co znacznie sprzyja rozwojowi większości patogenów (Walters i in. 2012). Ponadto rośliny nawadniane są wydelikaczone, co spowodowane jest ograniczeniem rozwoju tkanki okrywającej, wzmacniającej i przewodzącej. Przez takie osłabione tkanki znacznie łatwiej przenikają patogeny, powodując tym samym większe zniszczenia (Dzieżyc 1988).

Nawadnianie wpływa nie tylko na warunki sprzyjające infekcji, ale również stwarza warunki dla lepszego zarodnikowania patogenów i późniejszego ich rozprzestrzeniania. Zarodnikowaniu sprzyjają zwarte łany, w których utrzymuje się wysoka wilgotność powietrza (Rotem i Palti 1969). Rozprzestrzenianie zarodników może odbywać się w wyniku bezpośredniego uderzenia kropel deszczu (rozproszenie, rozchlapywanie zarodników) lub wody zastosowanej do nawadniania (deszczowania), niekiedy niezbędnej do zwilżenia owocników (np. perytecja, piknidia) i uwalniania z nich zarodników (Turkington i in. 2004, Elad i in. 2007).

Nawadnianie może wpływać istotnie na nasilenie chorób powodowanych przez patogeny należące do różnych jednostek taksonomicznych. Gitaitis i in. (2004) przebadali wpływ systemu nawadniania (kroplowe i deszczowniane) na porażenie cebuli przez *Pantoea ananatis*. W badaniach tych znacznie więcej objawów chorobowych stwierdzili na roślinach nawadnianych przez deszczowanie, jak również kroplowo. Co więcej, zastosowanie nawadniania, zwłaszcza w uprawie cebuli z wykorzystaniem czarnej folii, znacząco przyspieszyło rozwój choroby (o 7–14 dni). Rotem i Palti (1969) podają, iż nawadnianie, szczególnie deszczowniane, prowadzi do obniżenia temperatury w górnej części koron drzew, przy jednoczesnym zwiększeniu wilgotności względnej. Warunki takie, zwłaszcza wydłużenie okresu zwilżenia liści, sprzyjają rozprzestrzenianiu jak i porażeniu drzew przez bakterie.

Tabela 1. Wpływ nawadniania na zdrowotność roślin w niektórych doświadczeniach polskich

Table 1. Effect of irrigation on health status of plants in some Polish experiments

Uprawa Crop	Patogen lub choroba Pathogen or disease	Sposób nawadniania Kind of irrigation	Efekt Effect	Literatura Reference
Pszenica jara Spring wheat	<i>Blumeria graminis</i> , <i>Puccinia triticina</i> choroby podsuszkowe – food and root rot diseases	D* D	+++ –	Sadowski i in. 1994b Sadowski i in. 1994b
Jęczmień jary Spring barley	<i>B. graminis</i> , <i>Drechslera</i> spp., <i>Rhynchosporium secalis</i> choroby podsuszkowe – food and root rot diseases	D D	+ –	Sadowski i Żarski 1994a Sadowski i Żarski 1994a
Pszenżyto ozime Winter triticale	<i>Puccinia recondita</i> , <i>Fusarium</i> spp. <i>R. secalis</i> <i>B. graminis</i> , <i>Cladosporium herbarum</i> , <i>Pyrenophora tritici-repentis</i>	D D D	+ – ≈	Panasiewicz i in. 2012 Panasiewicz i in. 2012 Panasiewicz i in. 2012
Proso Millet	zgorzel korzeni – root rot <i>Fusarium</i> spp.	D D D	≈ + +	Lemańczyk i Rol- biecki 2009 Lemańczyk 2011 Lemańczyk i Rol- biecki 2009, Lemań- czyk 2011

	<i>B. graminis</i> , <i>Oculimacula</i> spp., <i>Phyllosticta penicillariae</i> , <i>Rhizoctonia</i> spp., plamistości liści – necrotic spots	D	≈	Lemańczyk i Rolbiecki 2009, Lemańczyk 2011
Ziemniak	<i>Alternaria solani</i>	D	+	Rębarz i Borówczak 2009
Potato	PVY, PVS	D	–	Gładysiak i Czajka 1996
	<i>Streptomyces</i> sp.	D, K, M	≈	Gładysiak i Czajka 1996, Rębarz i Borówczak 2009, Jeske i in. 2013
		D	+	Sadowski i in. 1996
	<i>Rhizoctonia solani</i>	D, M	≈	Rębarz i Borówczak 2009, Jeske i in. 2013
		K	–	Jeske i in. 2013
	<i>Phytophthora infestans</i> , PVM	D	≈	Gładysiak i Czajka 1996, Rębarz i Borówczak 2009

* D – nawadnianie deszczownicami – sprinkler irrigation; K – nawadnianie kropłowe – drip-irrigation;

M – mikrozaszanie – micro-sprinkler irrigation

** + – wzrost porażenia – increase of infection; – – spadek porażenia – decrease of infection; ≈ – brak istotnego wpływu – no significance effect

W Polsce sporo badań związanych z wpływem nawadniania na występowanie chorób dotyczy upraw ziemniaka, szczególnie występowania parcha zwykłego. Jeske i in. (2013) nawadniając kropłowo lub stosując mikrozaszanie nie stwierdzili znacznego zróżnicowania w nasileniu objawów porażenia trzech odmian bulw ziemniaka przez *Streptomyces* sp. (tab. 1). Również deszczowanie nie różnicowało nasilenia objawów parcha powodowanego przez tego patogena (Gładysiak i Czajka 1996, Rębarz i Borówczak 2009). Wcześniejsze prace wskazują na spadek nasilenia tej choroby po zastosowaniu nawadniania ziemniaka (Roztropowicz 1993, Błaszowski i in. 1999) lub jego wzrost (Sadowski i in. 1996).

Hoy i in. (1984) prowadząc obserwacje nad zdolnością przenoszenia *P. parasitica* za pośrednictwem nawadniania bruzdowego w obrębie upraw pomidora stwierdzili, że patogen ten zdolny jest do infekowania roślin w kilka godzin po zalaniu rowów nawadniających, od 7,5% porażonych roślin po 2 h po zalaniu koryt, do 91% porażenia badanych obiektów po 16 h nawadniania, przy 4-dniowych interwałach. Przy 25-dniowych interwałach stopień porażenia pomidorów był znacząco mniejszy. Również Neher i Duniway (1992) wskazują na zdolność do przemieszczania się zoospor *P. parasitica* w obrębie plantacji pomidora z nawadnianiem bruzdowym. Stwierdzili obecność patogena w glebie oraz sympto-

mów chorobowych nawet w miejscach oddalonych od wprowadzenia inokulum o 70 m. Może mieć to związek z aktywnym przemieszczaniem się zoospor, jak i faktem, że mikroorganizmy z rodzaju *Phytophthora* mają zdolność do otorbiana się (encystacji) po zetknięciu z glebą lub innymi cząstkami stałymi i biernego „toczenia się” wraz ze strumieniem wody podczas zalewania rowów nawadniających (Orlikowski i in. 2011).

Phytophthora stanowią także problem w uprawach sadowniczych i szkółkarskich. Wilcox i Mircetich (1985) prowadząc badania nad *Phytophthora cryptogea* oraz *P. megasperma* w uprawach wiśni wonnej stwierdzili, że zbyt długie stany nadmiernego uwodnienia gleby powodowały obumieranie korzeni siewek wiśni. 48 godzinne nawadnianie gleby przyczyniło się do niemal całkowitego porażenia uprawy i wystąpienie symptomów (70% siewek zamierało). Z chorych tkanek znacznie częściej jednak reizolowali *P. cryptogea*. Występowanie patogenów i stopień porażenia wiązano ze zbyt długim, nadmiernym uwodnieniem gleby, przez co stworzono dogodne warunki do nadmiernego namnażania patogenów i wytwarzania zarodników płytkowych, które aktywnie przemieszczają się w obrębie systemu nawadniającego.

Wpływ nawadniania na porażenie roślin przez *Phytophthora* spp. badano również w uprawach rolniczych. Matkowski i in. (2004) podają, że deszczowanie sprzyja występowaniu infekcji powodowanych przez *Phytophthora infestans*. Natomiast Gładysiak i Czajka (1996), Rębarz i Borówczak (2009) nie stwierdzili zróżnicowania w nasileniu objawów chorobowych powodowanych przez tego patogena (tab. 1). Nawadnianie deszczowanie ziemniaka stosuje się w okresach niedoboru wody, co zazwyczaj ma miejsce w warunkach wyższej temperatury, natomiast dla rozwoju *P. infestans* korzystniejsze są niższe temperatury. Tym można tłumaczyć niejednoznaczny wpływ nawadniania na występowanie zarazy ziemniaka, pomimo tego, iż powszechnie wiadomo, że choroba ta lepiej rozwija się przy częstych opadach deszczu.

Prowadzone były również badania dotyczące wpływu nawadniania ziemniaka na występowanie chorób grzybowych. Na porażenie bulw przez *R. solani* nie wpływało nawadnianie deszczowanie oraz mikrozaszczowanie a nawadnianie kropłowe powodowało nawet spadek nasilenia objawów porażenia (tab. 1). Obserwuje się natomiast wzrost porażenia liści przez *Alternaria solani* po zastosowaniu deszczowania (Rębarz i Borówczak 2009). Nawadnianie deszczowanie powoduje spadek porażenia liści ziemniaka przez wirusy PVY i PVS, nie różnicuje natomiast objawów powodowanych przez PVM (Gładysiak i Czajka 1996).

Wpływ nawadniania na występowanie chorób testowano również w uprawach zbóż. Panasiewicz i in. (2012) w swoich badaniach prowadzonych na pszenżycie ozimym zaobserwowali, iż zastosowanie deszczowania istotnie zwiększało porażenie przez *Puccinia recondita* na liściu flagowym oraz *Fusarium* spp. na kłosie. Co istotne zaobserwowano, że w tych samych warunkach

deszczowania następował spadek porażenia liści przez *Rhynchosporium secalis*. Nie odnotowali natomiast wpływu na porażenie przez *Blumeria graminis*, *Cladosporium herbarum* i *Pyrenophora tritici-repentis* (tab. 1).

Sadowski i Żarski (1994a) stwierdzili istotny wzrost nasilenia objawów chorobowych powodowanych przez *B. graminis*, *Pyrenophora* spp., *R. secalis* na jęczmieniu jarym w wyniku zastosowania nawadniania deszczownianego. Jednocześnie przyczyniło się ono do spadku nasilenia objawów chorób podsuszkowych. Blaszkowski i in. (2000) podają natomiast, iż nawadnianie nie wpływa istotnie na nasilenie plamistości na liściach jęczmienia (tab. 1).

Sadowski i Żarski (1994a) podają, że deszczowanie pszenicy jarej powodowało wzrost porażenia liści przez *B. graminis* i *Puccinia triticina* oraz spadek nasilenia chorób podsuszkowych (tab. 1). Blaszkowski i in. (2000) donoszą natomiast o spadku występowania plamistości na liściach nawadnianej pszenicy. Podają, że obfite deszczowanie może powodować zmywanie zarodników z powierzchni liści, a tym samym zapobiec infekcji przez *Septoria* spp. Generalnie, częste przelotne opady deszczu i wysoka wilgotność powietrza stwarzają warunki, które sprzyjają rozwojowi choroby. Jednak nawadnianie deszczowniane a także intensywne opady deszczu nie zawsze sprzyjają chorobom ponieważ utrudniają rozprzestrzenianie się zarodników wraz z prądami powietrza, gdyż spadające krople wody powodują opadanie zarodników znajdujących się w powietrzu. Zazwyczaj jednak nasilenie chorób na liściach pszenicy zwiększa się w obecności nawadniania deszczownianego (Turkington i in. 2004). Marano i in. (2012) stwierdzili, iż nawadnianie pszenicy uprawianej w warunkach szklarniowych obniżało nasilenie chorób liści, szczególnie brunatnej plamistości liści (*P. tritici-repentis*). Wskazują jednocześnie, że stosowanie nawadniania pszenicy poprawia jej wydajność, bez zwiększania ryzyka występowania chorób liści. Autorzy ci wskazują jednocześnie na wzrost nasilenia objawów mączniaka prawdziwego (*B. graminis*) w pobliżu usytuowania zraszaczy w uprawie polowej pszenicy. Również Sharma i in. (2004) znacznie więcej objawów porażenia przez *B. graminis* obserwowali na pszenicy uprawianej w warunkach nawadniania, a Gill i in. (2001) oraz Żółtańska (2006) odnotowali znaczny spadek zniszczenia korzeni pszenicy przez *R. solani* w miarę wzrostu wilgotności gleby. Cromey i in. (2005) więcej symptomów ostrej plamistości oczkowej (*R. cerealis*) obserwowali natomiast na nawadnianej pszenicy. Blaszkowski i in. (1999) donoszą natomiast o większej szkodliwości *Fusarium* spp. na glebach wilgotnych. Jednocześnie podają, iż wyższa wilgotność gleby może prowadzić niekiedy do słabszego porażenia podstawy źdźbła zbóż przez *Fusarium roseum*.

Powszechnie wiadomo, iż opady deszczu w okresie kwitnienia zbóż sprzyjają wystąpieniu fuzariozy kłosów. Według Strausbaugh i Maloy (1986) również przy nawadnianiu deszczownianym wydłużenie okresu nawadniania zbóż na okres kwitnienia sprzyja występowaniu fuzariozy kłosów i zasiedleniu ziaren

przez *Fusarium* spp. Ponadto stwierdzili oni, że im bliżej zraszaczy tym większe było nasilenie choroby. Sugerują, iż wzrost porażenia powodowany był nie tylko poprzez zwilżenie roślin, ale również gleby. Z tego względu Turkington i in. (2004) zalecają zakończenie deszczowania zbóż tuż przed ich kwitnieniem, co znacznie obniża nie tylko wystąpienie fuzariozy kłosów, ale także obniża zanieczyszczenie ziarna mykotoksyną DON.

Zastosowanie deszczowania powoduje istotny wzrost nasilenia fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła na prosie (Lemańczyk i Rolbiecki 2009, Lemańczyk 2011), a niekiedy także wzrost porażenia jego korzeni (Lemańczyk 2011) (tab. 1). Nawadnianie deszczowniane nie różnicowało nasilenia objawów chorobowych powodowanych przez, *Oculimacula* spp., *Rhizoctonia* spp., *B. graminis*, *Phyllosticta penicillariae* oraz innych plamistości liści (Lemańczyk i Rolbiecki 2009, Lemańczyk 2011).

Z punktu widzenia ryzyka wystąpienia choroby bardzo ważny jest rodzaj i technika nawadniania (Marano i in. 2012). W wyniku deszczowania zwilżeniu ulega cała powierzchnia łąnu roślin i gleby, w porównaniu do nawadniania brzdowego lub zalewowego, co w konsekwencji może zwiększyć ryzyko wystąpienia chorób liści. Również ilość, częstotliwość i jednorazowa dawka nawadniania mogą być ważne dla ryzyka wystąpienia choroby. Zwiększenie tych parametrów może prowadzić do nasilenia chorób. Przykładowo Elad i in. (2007) podają, że wraz z wydłużaniem dziennego czasu nawadniania wzrasta porażenie przez *B. cinerea*. Dzieżyc (1988) uważa, że przy dwugodzinnym deszczowaniu okres zwilżenia roślin jest zbyt krótki by doszło do wzrostu porażenia. Negatywne skutki deszczowania mogą być nieco łagodzone poprzez unikanie nadmiernego jednostronnego nawożenia mineralnego, prowadzącego do dużego zagęszczenia uprawnych, sprzyjającego rozwojowi chorób. Zaleca się zmniejszyć częstotliwość nawadniania i dzienny czas nawadniania, nie zapominając o odpowiednim zbilansowaniu potrzeb wodnych (Rotem i Palti 1969, Turkington i in. 2004).

By ograniczyć negatywne skutki nawadniania ważny jest wybór odpowiedniej techniki stosowania tego zabiegu. Ryzyko wystąpienia choroby może być ograniczone poprzez zastosowanie nawadniania powierzchniowego, takiego jak zalewowego lub brzdowego, ale stosowanie tych metod nawadniania jest możliwe tylko w niektórych uprawach, ponadto może być nieekonomiczne (Rotem i Palti 1969). Zastosowanie nawadniania kropłowego zamiast nawadniania nadpowierzchniowego (deszczowania) zmniejsza zwilżenie roślin, zapobiega rozchłapywaniu i rozprzestrzenianiu zarodników a tym samym powoduje spadek porażenia przez patogeny, dla których niezbędna jest woda aby doszło do infekcji (Elad i in. 2007).

PODSUMOWANIE

Nawadniając rośliny należy zwrócić uwagę na jakość stosowanej wody. Szczególnie jest to ważne przypadku roślin podatnych na porażenie przez patogeny z rodzaju *Phytophthora* i *Pythium*. W wodzie używanej do nawadniania mogą znajdować się również grzyby, bakterie, nicienie, wirusy oraz inne patogeny grzybopodobne należące do typów *Oomycota* i *Cercozoa*, dlatego przy nawadnianiu innych roślin ważny jest również wybór odpowiedniego źródła wody. By nawadnianie roślin nie wpływało negatywnie na zdrowotność roślin istotny jest wybór odpowiedniej technologii nawadniania, takiej która nie sprzyjała by rozprzestrzenianiu patogenów oraz ograniczyła czas zwilżenia roślin.

LITERATURA

- Al-Sa'di A.M., Drenth A., Deadman M.L., Al-Said F.A., Khan I., Aitken E.A.B. (2008). Potential sources of *Pythium* inoculum into greenhouse soils with no previous history of cultivation. *J. Phytopathology*. 156: 502–505.
- Błaszowski J., Karczmarczyk S., Podsiadło C., Tadych M., Madej T., Adamska I. (2000). The influence of mineral fertilization and irrigation on the occurrence of leaf lesions, phyllosphere and arbuscular mycorrhizal fungi in four spring cereal species. *Przegląd Naukowy Wydz. Inz. Kształt. Środ.* 22: 247–257.
- Błaszowski J., Madej T., Adamska I., Czerniawska B., Tadych M. (1999). Effect of water application on plant diseases. *Fol. Univ. Agric. Stetin.* 193, *Agricultura* 73: 9–18.
- Bush E.A., Hong C., Stromberg E.L. (2003). Fluctuations of *Phytophthora* and *Pythium* spp. in components of a recycling irrigation system. *Plant Dis.* 87(12): 1500–1506.
- Cappaert M.R., Powelson M.L., Franc G.D., Harrison M.D. (1988). Irrigation water as a source of inoculum of soft rot erwinias for aerial stem rot of potatoes. *Phytopathology* 78(12): 1668–1672.
- Cromey M.G., Butler R.C., Munro C.A., Shorter S.C. (2005). Susceptibility of New Zealand wheat cultivars to sharp eyespot. *New Zealand Plant Protection* 58: 268–272.
- Datnoff L.E., Lacy G.H., Fox J.A. (1984). Occurrence and populations of *Plasmodiophora brassicae* in sediments of irrigation water sources. *Plant Dis.* 68(3): 200–203.
- Datnoff L.E., Lacy G.H., Kroll T.K. (1987). Efficacy of chlorine for decontaminating water with resting spores of *Plasmodiophora brassicae*. *Plant Dis.* 71(8): 734–736.
- Dzieżyc J. (1988). *Rolnictwo w warunkach nawadniania*. PWN, Warszawa.
- Elad Y., Williamson B., Tudzynski P., Delen N. Eds. (2007). *Botrytis: Biology, Pathology and Control*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Gevens A.J., Donahoo R.S., Lamour K.H., Hausbeck M.K. (2007). Characterization of *Phytophthora capsici* from Michigan surface irrigation water. *Phytopathology* 97(4): 421–428.

- Gill J.S., Sivasithamparam I. K., Smettem K.R.J. (2001). Effect of soil moisture at different temperatures on Rhizoctonia root rot of wheat seedlings. *Plant and Soil* 231: 91–96.
- Gitaitis R.D., Walcott R.R., Sanders H.F., Zolobowska L., Díaz-Pérez J.C. (2004). Effects of mulch and irrigation system on sweet onion: II. The epidemiology of center rot. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 129(2): 225–230.
- Gładysiak S., Czajka M. (1996). Wpływ deszczowania na porażenie chorobami odmian ziemniaka. *Nowe Kierunki w Fitopatologii, Materiały z Sympozjum, Kraków 1996*: 217–221.
- Grech N.M., Rijkenberg F.H.J. (1992). Injection of electrolytically generated chlorine into citrus microirrigation systems for the control of certain waterborne root pathogens. *Plant Dis.* 76(5): 457–461.
- Hausbeck M.K., Lamour K.H. (2004). *Phytophthora capsici* on vegetable crops: Research progress and management challenges. *Plant Dis.* 88(12): 1292–1303.
- Hong C.X., Moorman G.W. (2005). Plant pathogens in irrigation water: challenges and opportunities. *Critical Reviews in Plant Science* 24(3): 189–208.
- Hoy M.W., Ogawa J.M., Duniway J.M. (1984). Effects of Irrigation on buckeye rot of tomato fruit caused by *Phytophthora parasitica*. *Phytopathology* 74: 474–478.
- Hüberli D., Hardy G.E.St.J., White D., Williams N., Burgess T.I. (2013). Fishing for *Phytophthora* from Western Australia's waterways: a distribution and diversity survey. *Australas. Plant Path.* 42: 251–260.
- Jeske M., Ossowski W., Pańka D., Rolbiecki S. (2013). Wpływ sposobu nawadniania ziemniaka na porażenie bulw przez patogeny. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich* 1: 5–11.
- Karczmarczyk S., Nowak L. (2006). Nawadnianie roślin. PWRIL, Poznań.
- Krupinsky J.M., Bailey K.L., McMullen M.P., Gossen B.D., Turkington T.K. (2002). Managing plant disease risk in diversified cropping systems. *Agron. J.* 94: 198–209.
- Lemańczyk G. (2011). Zdrowotność prosa odmiany 'Jagna' uprawianego na glebie bardzo lekkiej w zależności od dawki nawożenia azotowego i nawadniania. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich* 5: 215–228.
- Lemańczyk G., Rolbiecki S. (2009). Wpływ deszczowania i zróżnicowanego nawożenia azotem na zdrowotność prosa odmiany 'Gierczyckie' na glebie bardzo lekkiej. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich* 6: 279–292.
- Marano R.P., Maumary R.L., Fernandez L.N., Rista L.M. (2012). Epidemiology of the diseases of wheat under different strategies of supplementary irrigation. *International Journal of Agronomy* 2012: 1–11.
- Matkowski K., Prośba-Białczyk U., Nowak L. (2004). Wpływ nawadniania i nawożenia azotem na zdrowotność dwóch odmian ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 500: 351–358.
- Nechwatal J., Bakonyi J., Cacciola S.O., Cooke D.E.L., Jung T., Nagy Z.Á., Vannini A., Vettraino A.M., Brasier C.M., (2013). The morphology, behaviour and molecular phylogeny of *Phytophthora* taxon Salixsoil and its redesignation as *Phytophthora lacustris* sp. nov. *Plant Pathol.* 62: 355–369.

- Neher D., Duniway J.M. (1992). Dispersal of *Phytophthora parasitica* in tomato fields by furrow irrigation. *Plant Dis.* 76(6): 582–586.
- Oh E., Gryzenhout M., Wingfield B.D., Wingfield M.J., Burgess T.I. (2013). Surveys of soil and water reveal a goldmine of *Phytophthora* diversity in South African natural ecosystems. *IMA Fungus* 4: 123–131.
- Orlikowski L.B., Ptaszek M., Trzewik A., Orlikowska T., Meszka B., Sadowski C. (2011). Woda jako źródło przeżywania i rozprzestrzeniania gatunków *Phytophthora*. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich* 5: 251–261.
- Panasiewicz K., Koziara W., Sawinska Z., Sulewska H. (2012). Wpływ deszczowania, ochrony fungicydowej i nawożenia azotem na zdrowotność pszenżyta ozimego, odmiany Gniewko. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 52(2): 298–301.
- Peltzer S., Sivasithamparam K. (1988). Sero-groups of *Erwinia carotovora* associated with water, soil, tuber, and stems of potato plants in Western Australia. *New Zeal. J. Exp. Agr.* 16(3): 265–270.
- Peterson E., Hansen E., Kanaskie A. (2014). Spatial relationship between *Phytophthora ramorum* and roads or streams in Oregon tanoak forests. *Forest Ecology and Management* 312: 216–224.
- Pickett-Pottorff L., Panter K.L. (1997). Survey of *Pythium* and *Phytophthora* spp. in irrigation water used by Colorado commercial greenhouses. *HortTechnology* 7(2): 153–155.
- Preston G.M. (2000). *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*: the right pathogen, of the right plant, at the right time. *Mol. Plant Pathol.* 1(5): 263–275.
- Ptaszek M., Orlikowski L.B. (2015). Występowanie *Phytophthora* w ciekach i zbiornikach wodnych w Polsce i zagrożenie upraw przez gatunki tego rodzaju. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 55(1): 64–70.
- Rębarz K., Borówczak F. (2009). Wpływ deszczowania i systemu uprawy na plon, wielkość i zdrowotność bulw ziemniaków. *Journal of Research and Application in Agriculture Engineering* 54(4): 69–73.
- Rotem J., Palti J. (1969). Irrigation and plant diseases. *Annu. Rev. Phytopathol.* 7: 267–288.
- Roztropowicz S. (1993). Uprawa ziemniaków w warunkach nawadniania. *Produkcja ziemniaków. Technologia-Ekonomika-Marketing. Inst. Ziem. Bonin*: 59–65.
- Sadowski C., Żarski J. (1994a). The influence of irrigation and nitrogen fertilization on the occurrence of fungal diseases on brewing and fodder barley. *Genet. Pol.* 35B: 385–389.
- Sadowski C., Zieliński D., Żarski J., Dudek S. (1994b). Comparison of healthiness of two spring wheat varieties cultivated on different soils and irrigated. *Genet. Pol.* 35B: 391–395.
- Sadowski C., Peszek J., Rzekanowski C., Sobkowiak S. (1996). Effect of irrigation and different nitrogen fertilization rates on the occurrence of *Streptomyces scabies* (Taxter) on potato cultivated on very light soil. *Plant Breeding and Seed Science* 40(1-2): 43–47.
- Sánchez J., Gallego E. (2000). *Pythium* spp. present in irrigation water in the Poniente region of Almería (south-eastern Spain). *Mycopathologia* 150: 29–38.

- Sharma A.K., Sharma R.K., Babu K.S. (2004). Effect of planting options and irrigation schedules on development of powdery mildew and yield of wheat in the North Western plains of India. *Crop Prot.* 23(3): 249–253.
- Shokes F.M., McCarter S.M. (1979). Occurrence, dissemination, and survival of plant pathogens in surface irrigation ponds in southern Georgia. *Ecology and Epidemiology* 69: 510–516.
- Steadman J.R., Maier C.R., Schwartz H.F., Kerr E.D. (1975). Pollution of surface irrigation waters by plant pathogenic organisms. *Water Resour. Bull.* 11: 796–804.
- Strausbaugh C.A., Maloy O.C. (1986). Fusarium scab of irrigated wheat in central Washington. *Plant Dis.* 70(12): 1104–1106.
- Trzewik A., Orlikowski L.B., Orlikowska T., Ptaszek M. (2011). Wpływ źródła wody na częstotliwość występowania *Phytophthora*. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich* 5: 263–270.
- Turkington T.K., Kuzyk A., Dunn R., McLaren D., Irvine B., Clear R.M., Patrick S.K. (2004). Irrigation and plant disease management. [http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/ind10759](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/ind10759) (dostęp: 11.03.2012).
- Walters D., Avrova A., Bingham I.J., Burnett F.J., Fountaine J., Havis N.D., Hoad S.P., Hughes G., Looseley M., Oxley S.J.P., Renwick A., Topp C.F.E., Newton A.C. (2012). Control of foliar diseases in barley: towards an integrated approach. *Eur. J. Plant Pathol.* 133(1): 33–73.
- Wilcox W.F., Mircetich S.M. (1985). Effects of flooding duration on the development of *Phytophthora* root and crown rots of cherry. *Phytopathology* 75(12): 1451–1455.
- Zappia R.E., Hüberli D., Hardy G.E.St.J., Bayliss K.L. (2014). Fungi and oomycetes in open irrigation systems: knowledge gaps and biosecurity implications. *Plant Pathology* 63(5): 961–972.
- Żółtańska E. (2006). The effect of soil moisture and temperature on efficacy of seed dressing preparations Biochikol 020 PC and Baytan Universal 19,5 WS in control of *Rhizoctonia* fungi on wheat. *J. Plant Prot. Res.* 46(3): 261–267.

dr hab. inż. Grzegorz Lemańczyk
mgr Karol Lisiecki

Katedra Entomologii i Fitopatologii Molekularnej
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich
ul. Ks. A. Kordeckiego 20, 85–225 Bydgoszcz
e-mail: Grzegorz.Lemanczyk@utp.edu.pl, tel. 52 374 9491

Wpłynęło: 15.01.2015

Akceptowano do druku: 25.06.2015